

Melhoramento de *Brachiaria ruziziensis* tetraploide sexual na Embrapa: métodos e avanços



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Gado de Corte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Documentos 194

Melhoramento de *Brachiaria ruziziensis* tetraploide sexual na Embrapa: métodos e avanços

Rosângela Maria Simeão
Cacilda Borges do Valle
Geovani Ferreira Alves
Daiani Ajala Luccas Moreira
Dayene Rosa da Silva
Driele de Freitas Araújo
Rebecca Caroline Ulbricht Ferreira
Sanzio Carvalho Lima Barrios
Liana Jank
Gilson Rezende Caramalac
Isaura Megumi Naka
Silvano Calixto
Josias de Carvalho

Embrapa
Brasília, DF
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Gado de Corte

Rodovia BR 262, Km 4, CEP 79002-970 Campo Grande, MS

Caixa Postal 154

Fone: (67) 3368 2090

Fax: (67) 3368 2150

<http://www.cnp gc.embrapa.br>

E-mail: publicacoes@cnp gc.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Pedro Paulo Pires*

Secretário-Executivo: *Wilson Werner Koller*

Membros: *Rodrigo Carvalho Alva, Elane de Souza Salles, Valdemir Antônio Laura, Dalízia Montenário de Aguiar, Davi José Bungenstab, Jaqueline Rosemeire Verzignassi, Roberto Giolo de Almeida, Vanessa Felipe de Souza*

Supervisão editorial: *Rodrigo Carvalho Alva*

Revisão de texto e Editoração Eletrônica: *Rodrigo Carvalho Alva*

Normalização bibliográfica: *Elane de Souza Salles*

Foto da capa: *Rosangela Maria Simeão*

1ª edição

Versão online (2012)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Gado de Corte.

Melhoramento de *Brachiaria ruziziensis* tetraploide sexual na Embrapa: métodos e avanços [recurso eletrônico] / Rosangela Maria Simeão [et al.]. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2012.

28 p. ; 21 cm. – (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN 1983-974X; 194).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader, 4 ou superior.

Modo de acesso: <<http://www.cnp gc.embrapa.br/publicacoes/doc/DOC194.pdf>>

Título da página da Web (acesso em 12 de novembro de 2012).

1. Pastagem. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Gramínea forrageira. 4. *Brachiaria ruziziensis*. I. Simeão, Rosangela Maria. II. Série.

Autores

Rosangela Maria Simeão

Bióloga, D.Sc., Pesquisadora na Embrapa Gado de Corte e Bolsista CNPq.

rosangela.simeao@embrapa.br

Cacilda Borges do Valle

Eng. Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora na Embrapa Gado de Corte e Bolsista CNPq.

cacilda.valle@embrapa.br

Geovani Ferreira Alves

Eng. Agrônomo, D.Sc., Bolsista DCR Embrapa-CNPq-Fundect na Embrapa Gado de Corte

gfalves@hotmail.it

Daiani Ajala Luccas Moreira

Bolsista Iniciação Científica na Embrapa Gado de Corte, dai_ebinho@hotmail.com

Dayene Rosa da Silva

Bolsista Iniciação Científica na Embrapa Gado de Corte, day_abd_@hotmail.com

Driele de Freitas Araújo

Bolsista Iniciação Científica na Embrapa Gado de Corte, dri_l_araujo@hotmail.com

Rebecca Caroline Ulbricht Ferreira

Bolsista Iniciação Científica na Embrapa Gado de Corte, rebeccaulbricht@hotmail.com

Sanzio Carvalho Lima Barrios

Eng. Agrônomo, D.Sc., Pesquisador na Embrapa Gado de Corte e Bolsista CNPq.
sanzio.barrios@embrapa.br

Liana Jank

Eng. Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora na Embrapa Gado de Corte e Bolsista CNPq.
liana.jank@embrapa.br

Gilson Rezende Caramalac

Assistente de pesquisa na Embrapa Gado de Corte
gilson.caramalac@embrapa.br

Isaura Megumi Naka

Assistente de pesquisa na Embrapa Gado de Corte
isaura.naka@embrapa.br

Silvano Calixto

Técnico agrícola na Embrapa Gado de Corte,
silvano.calixto@embrapa.br

Josias de Carvalho

Técnico agrícola na Embrapa Gado de Corte,
josias.carvalho@embrapa.br

Sumário

Resumo	6
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	11
Resultados e Discussão.....	16
Produção forrageira	16
Qualidade forrageira	17
Seleção de indivíduos	21
Fenologia da produção de sementes em <i>Brachiaria ruziziensis</i>	22
Considerações finais	24
Agradecimentos	25
Referências bibliográficas	25

Melhoramento de *Brachiaria ruziziensis* tetraploide sexual na Embrapa: métodos e avanços

Rosângela Maria Simeão

Cacilda Borges do Valle

Geovani Ferreira Alves

Daiani Ajala Luccas Moreira

Dayene Rosa da Silva

Driele de Freitas Araújo

Rebecca Caroline Ulbricht Ferreira

Sanzio Carvalho Lima Barrios

Liana Jank

Gilson Rezende Caramalac

Isaura Megumi Naka

Silvano Calixto

Josias de Carvalho

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados obtidos com a experimentação inicial e o melhoramento de *Brachiaria ruziziensis* tetraploide e sexual na Embrapa Gado de Corte. Os objetivos são identificar as melhores genitoras sexuais em cruzamentos ao acaso com genótipos apomíticos e sexuais, identificar os melhores híbridos desses cruzamentos e compor uma população sexual tetraploide para fins de seleção intra-populacional. A avaliação de 312 indivíduos de quatro progênies (R30, R44, R46 e R50) revelou que a melhor genitora em cruzamento quando foram considerados os caracteres de produção forrageira e de valor nutritivo foi a R50. Com base no valor genotípico predito para os indivíduos em múltiplos cortes foi possível selecionar os melhores indivíduos das progênies, dos quais, os apomíticos são cultivares em potencial. Na composição da população de melhoramento intraespecífica sexual, as genitoras foram cruzadas ao acaso em área protegida de contaminação de pólen externo e realizada a colheita individual de sementes. Das

sementes colhidas de plantas individuais, no período de maior sobreposição de produção, foram obtidas 60 progênies para compor o primeiro ciclo de melhoramento intrapopulacional em *B. ruziziensis*. Os próximos passos para o melhoramento de *B. ruziziensis* e obtenção de híbridos interespecíficos apomíticos e superiores são descritos.

Termos para indexação: fenologia, produção de sementes, valor nutritivo, seleção, teste de progênies.

Abstract

This paper reports the initial results obtained through experimentation and breeding of sexual and tetraploid Brachiaria ruziziensis at Embrapa Beef Cattle. The objectives are to identify the best female genitors in random crosses with sexual and apomictic genotypes, to identify the best hybrids from these crosses and to compose an improved tetraploid sexual population. All objectives above are important for the intrapopulational breeding when considering the recurrent selection method proposed for the species. The evaluation of 312 individuals from four progenies (R30, R44, R46 and R50) revealed the best genitor R50, when forage production and nutritive value were considered. Based on the predicted genotypic value for individuals in multiple harvests, the best individuals were selected and the apomictic ones are being further evaluated and are considered as potential cultivars. To compose the intraspecific sexual population, the sexual genitors were also randomly intercrossed while protected from external pollen contamination and the seeds from individual plants were harvested. Based on the period of greatest overlapping of seed production, 60 progenies were obtained to compose the first cycle of intrapopulational breeding in B. ruziziensis. The next research steps on B. ruziziensis breeding and the production of new interspecific hybrids are also described.

Index terms: phenology, seed production, nutritional value, selection, progeny test.

Introdução

O principal método de melhoramento genético utilizado em gramíneas forrageiras no Brasil é a seleção a partir da variabilidade natural em coleções de germoplasma, introduzidas de seu ambiente de origem, principalmente das savanas da África (VALLE et al., 2008). Tal procedimento vem sendo realizado com sucesso em várias espécies de *Brachiaria*, para as quais a seleção de ecótipos naturais e sua utilização como cultivar é facilitada pela ocorrência de apomixia, ou seja, reprodução assexual por sementes, sem a fecundação do embrião. A apomixia apresenta grandes vantagens na obtenção de cultivares e na sua multiplicação para fins de comercialização, pois além de fixar os genótipos superiores ainda simplifica o processo de proteção e registro de cultivar junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (MAPA/SNPC), principalmente por manter a homogeneidade e a estabilidade dos genótipos, e, ainda, reduzir os custos de produção de sementes.

Entretanto, para fins de melhoramento genético e obtenção de ganhos em produtividade, no curto, médio e longo prazos, a amplificação da variabilidade genética nessas gramíneas predominantemente apomíticas, passa, necessariamente, pela realização de cruzamentos. A maioria dos cruzamentos realizados em *Brachiaria* é interespecífico, isso porque há uma baixa frequência de genótipos sexuais e tetraploides dentro das duas espécies de maior importância econômica para o Brasil, *B. brizantha* e *B. decumbens*. A hibridação interespecífica, nesse caso, traz uma grande vantagem prática, uma vez que possibilita a combinação/complementação nos híbridos de características que são comumente cultivar-espécie-específicas, tais como resistência às cigarrinhas-das-pastagens (*Hemiptera: Cercopidae*), encontrada em *B. brizantha* cv. Marandu; tolerância aos solos ácidos e de baixa fertilidade, encontrada em *B. decumbens* cv. Basilisk; e melhor valor nutritivo, observado em *B. ruziziensis* (VALLE et al., 2010).

Acessos sexuais e diploides da *Brachiaria ruziziensis* foram coletados na África em 1984 e 1985, sob a liderança do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Ciat) (KELLER-GREIN et al., 1996; MILES, et al., 1996). Dessa coleção, cerca de 36 acessos de *B. ruziziensis* foram introduzidos no Brasil pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa no ano de 1988 (VALLE, 1990) e fazem parte da coleção de trabalho da Embrapa Gado de Corte para seleção e melhoramento. Em 1981, Swenne e colaboradores (SWENNE et al., 1981) conseguiram tetraploidizar plantas sexuais diploides de *B. ruziziensis* por meio de uso da colchicina, dos quais, sete genótipos de reprodução sexual apresentaram estabilidade no comportamento meiótico (VALLE, 1986; ARAÚJO et al., 2005). Esses genótipos fazem parte do melhoramento genético de *Brachiaria* da Embrapa Gado de Corte para obtenção de híbridos interespecíficos desde 1996.

A hibridação interespecífica em *Brachiaria* tem resultado em heterose, a qual foi evidenciada nos cruzamentos entre plantas apomíticas tetraploides (*B. brizantha* e *B. decumbens* - fornecedoras de pólen) e sexuais tetraploidizadas (*B. ruziziensis* - utilizadas como genitores femininos) (RESENDE et al., 2007). Os cruzamentos entre elas são facilitados pelo fato dessas três espécies serem do mesmo complexo agâmico (VALLE et al., 2008) e, certamente, pelo fato de possuírem o mesmo nível de ploidia graças a tetraploidização artificial de *B. ruziziensis*, conforme discutido por Valle e Savidan (1999), o que viabiliza a hibridação e os híbridos formados.

Para fins de melhoramento e visando explorar o potencial dos híbridos, inclusive a heterose, recomenda-se como estratégia ideal a seleção recorrente recíproca (RESENDE et al., 2008). No entanto, como não é possível a recombinação na população apomítica, a população sexual deve ser melhorada em função da população apomítica, ou seja, dos indivíduos apomíticos em cruzamento (RESENDE, 2002a; MILES, 2007). Assim, a recombinação ocorrerá apenas em uma das populações, no caso, na população tetraploide e sexual de *B. ruziziensis*, como representado no esquema da Figura 1.

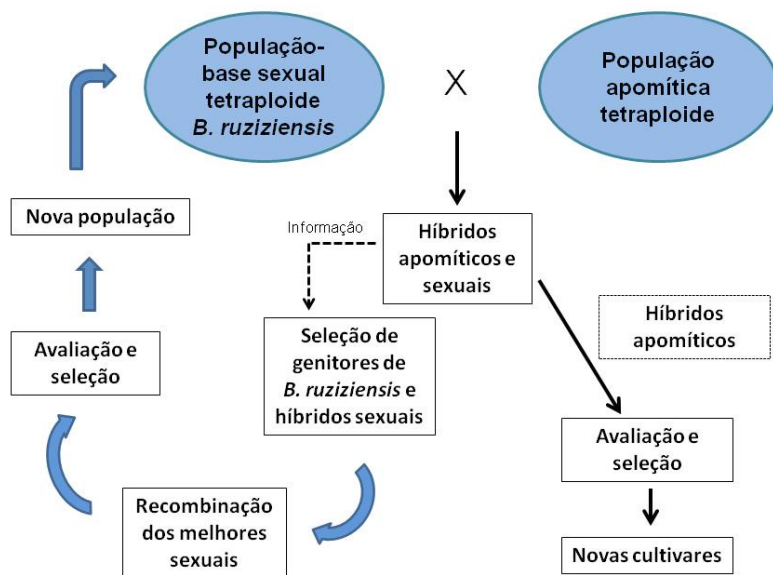


Figura 1. Esquema da proposta de melhoramento genético intrapopulacional em *Brachiaria ruziziensis* e o potencial da hibridação interespecífica para obtenção de híbridos apomíticos superiores associados ao melhoramento de *B. decumbens* e *B. brizantha* (apomíticas).

Híbridos interespecíficos de *Brachiaria* vêm sendo avaliados na Embrapa Gado de Corte desde 1990, com previsão de lançamento de novas cultivares em curto prazo (RESENDE et al., 2007; VALLE; PAGLIARINI, 2009). Entretanto, visando o lançamento de híbridos oriundos da seleção recorrente recíproca (SRR), no médio e longo prazo, encontra-se em andamento o primeiro ciclo de seleção da espécie *B. ruziziensis* tetraploide sexual. Nesse primeiro ciclo, a experimentação teve como objetivos: i. a identificação das melhores genitoras sexuais em cruzamentos ao acaso; ii. a identificação dos melhores híbridos desses cruzamentos, nos quais os apomíticos são potenciais cultivares; e iii. a composição de uma população sexual tetraploide para fins de seleção dos melhores indivíduos para uso em hibridação controlada, ou seja, obtenção de prole de irmãos completos por meio do cruzamento com *B. brizantha*.

e *B. decumbens*. Os resultados obtidos das experimentações realizadas para atender esses objetivos serão apresentados nesse trabalho.

Material e Métodos

Os materiais genéticos e a metodologia empregada serão descritos de acordo com a experimentação conduzida, conforme itens a seguir.

Teste de progênies de meios-irmãos de quatro acessos de *Brachiaria ruziziensis* tetraploides

a) **Material:** As sementes usadas nessa experimentação foram colhidas de parcelas de 2 m x 2 m de quatro genótipos tetraploides sexuais de *B. ruziziensis*, denominados R30, R44, R46 e R50, mantidos vivos em meio a 17 outras espécies de *Brachiaria*, com cerca de 445 acessos, conservados *ex situ* pelo Banco Ativo de Germoplasma de *Brachiaria* - Bag *Brachiaria* na Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS. Como ocorreu polinização aberta, o pólen pode ter sido proveniente de qualquer material genético compatível e que estivesse em florescimento no mesmo período das quatro genitoras sexuais.

Foram avaliados experimentalmente 78 indivíduos por progênie de polinização aberta das genitoras sexuais tetraploides de *B. ruziziensis*, num total de 312 indivíduos (Figura 2). As cultivares Marandu e Piatã de *B. brizantha* serviram como testemunhas e a cv. Marandu foi empregada como bordadura externa ao experimento. Na avaliação desta população de 312 plantas foram tomadas observações de cada indivíduo, visando uma exploração adequada de toda a variabilidade genética liberada entre e dentro de progênies. O processo de seleção (ordenamento dos candidatos à seleção) se baseou nos valores genotípicos permanentes preditos com base em múltiplos cortes.

b) **Métodos:** O experimento foi delineado em quadrado latino, com uma planta por parcela, resultando em 13 quadrados latinos contíguos. Foram realizados quatro cortes, dos quais, os dados do primeiro foram

descartados por se tratar de um corte de uniformização. As datas dos cortes 2, 3 e 4 foram 21/12/2010, 09/01/2011 e 11/04/2011, respectivamente. Nesses cortes foram avaliados os caracteres produção de matéria seca total (PMST), foliar (PMSF) e de colmo (PMSC), individualmente. Anteriormente à realização do quarto corte, realizou-se uma amostragem das plantas individuais na forma de simulação de pastejo. Essa amostragem consiste na colheita de folhas usando as mãos, numa imitação do pastejo animal. Essas amostras, de cerca de 100 g, foram secas em estufa a 60°C, moídas e submetidas à análise de qualidade por Espectrometria de Infravermelho Próximo (NIRS) para os caracteres teor de matéria orgânica (MO), teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO), teor de lignina via ácido sulfúrico (LigS), teor de lignina via permanganato (LigP), celulose (Cel) e sílica (S).



Figura 2. Teste de progênes de *Brachiaria ruziziensis* sexual tetraploide em experimento delineado em quadrado latino na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Análise dos dados:

a) Dados associados à produtividade em vários cortes

Como foram analisados três cortes, o modelo para análise dos dados deve considerar o efeito de ambiente permanente e, com esse efeito, estimar a repetibilidade e prever os valores genotípicos permanentes dos indivíduos avaliados experimentalmente. Adotou-se, portanto, o modelo Básico de Repetibilidade sem Delineamento (Modelo 63 – Selegen Reml-Blup, RESENDE, 2002b) Esse modelo pode ser usado quando são tomados dados repetidos em plantas individuais e permite ordenar os indivíduos avaliados para fins de seleção. O modelo estatístico pode ser descrito: $y = X_m + W_p + e$, em que y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos de medição (assumidos como fixos) somados à média geral, p é o vetor dos efeitos permanentes de plantas (efeitos genotípicos + efeitos de ambiente permanente) (assumidos como aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Considerando-se a importância de se avaliar e selecionar os acessos de *B. ruziziensis* (R30, R44, R46 e R50), bem como compará-los às testemunhas, com base em vários cortes, empregou-se o modelo estatístico: $y = X_f + Z_a1 + W_a2 + T_a3 + e$, em que y é o vetor de dados, f é o vetor dos efeitos assumidos como fixos de genótipos somados à média geral, $a1$ é o vetor dos efeitos do fator aleatório de repetição no quadrado latino, $a2$ é o vetor dos efeitos do fator aleatório de cortes, $a3$ é o vetor dos efeitos do fator aleatório de plantas dentro de repetição e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

b) Dados associados à qualidade nutricional forrageira

No contexto do melhoramento genético, os efeitos de genótipos podem ser considerados como fixos ou aleatórios. Na presente experimentação, em que foram avaliadas apenas quatro progênies (e duas testemunhas apomíticas de espécies diferentes), os efeitos de genótipos devem

ser considerados como fixos e um teste de médias é o mais indicado para comparar os genótipos e para fazer inferências sobre as diferenças ou semelhanças estatísticas entre as genitoras e compará-las às testemunhas.

Dessa forma, empregou-se o modelo estatístico: $y = Xf + Za_1 + Wa_2 + e$, em que y é o vetor de dados, f é o vetor dos efeitos assumidos como fixos de genótipos somados à média geral, a_1 é o vetor dos efeitos do fator aleatório repetição do quadrado latino e a_2 é o vetor dos efeitos do fator aleatório planta/repetição, e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos. São apresentadas as médias associadas aos efeitos fixos de genótipos e estimada a média geral, para cada variável.

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa computacional em genética e estatística SELEGEN – REML/BLUP (RESENDE, 2002b).

Melhoramento e seleção intrapopulacional de *Brachiaria ruziziensis* tetraploide sexual

a) **Material:** Em 2010 foi formada uma área experimental visando à obtenção de sementes de polinização aberta de *Brachiaria ruziziensis* sexual tetraploide, nas dependências da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande, MS. A área foi formada por mudas de sete genótipos sexuais de *B. ruziziensis*, denominados R30, R38, R41, R44, R46, R47 e R50, mantidos pelo programa de melhoramento de *Brachiaria tetraploide* da Embrapa Gado de Corte. As mudas foram plantadas de forma intercalada, em 26 linhas e 12 colunas, espaçadas de 2 m entre e dentro de parcelas, com uma planta por parcela, conforme esquema mostrado na Figura 3. A área foi cercada com linhas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) visando formar uma barreira física à entrada de pólen de outras braquiárias e, dessa forma, evitar a contaminação com genótipos indesejáveis.

1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2		R30			R41			R38			R46	
3	R50		R44	R30		R46	R44		R46	R41		R30
4		R46			R44			R47			R44	
5	R47		R38	R47		R50	R41		R30	R38		R47
6		R41			R38			R50			R50	
7		R50			R46			R30			R38	
8	R30		R47	R41		R30	R44		R50	R47		R46
9		R38			R44			R47			R30	
10	R41		R44	R50		R38	R30		R38	R44		R50
11		R46			R47			R41			R41	
12		R38			R30			R44			R46	
13	R50		R44	R47		R46	R50		R41	R50		R30
14		R47			R44			R38			R47	
15	R46		R41	R50		R38	R46		R30	R44		R38
16		R30			R50			R47			R41	
17		R50			R41			R46			R44	
18	R38		R47	R30		R46	R47		R50	R41		R46
19		R30			R44			R38			R50	
20	R44		R46	R47		R50	R41		R44	R38		R30
21		R41			R38			R47			R47	
22		R38			R41			R50			R30	
23	R47		R41	R46		R44	R38		R47	R50		R46
24		R46			R47			R30			R44	
25	R30		R50	R38		R30	R44		R41	R47		R38
26		R44			R50			R46			R41	

Figura 3. Esquema experimental para obtenção de progênies de polinização aberta de *B. ruziziensis*, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

b) **Métodos:** O período de florescimento e produção de sementes foi monitorado durante todo o primeiro semestre de 2011. Semanalmente, as sementes foram colhidas de plantas individuais, secas e, posteriormente, sopradas, visando separar as sementes vazias das sementes cheias.

Foram tomados os dados de produção de sementes por data e realizada a distribuição gráfica da fenologia de produção de sementes dos genótipos avaliados. As sementes colhidas no período de maior sobreposição de produtividade permitiu a obtenção de 60 progênies de meios-irmãos de *Brachiaria ruziziensis* tetraploide sexual. De cada uma das 60 progênies foram produzidas 25 mudas de sementes, num total de 1.500 indivíduos, os quais serão avaliados experimentalmente no ano agrícola 2012-2013.

Resultados e Discussão

Produção forrageira

Os parâmetros fenotípicos estimados a partir da avaliação de caracteres associados à produção e produtividade forrageira em progênies de *Brachiaria ruziziensis* são apresentados na Tabela 1. A repetibilidade dos caracteres produção de matéria seca total, foliar e de colmo foi alta e resultou numa confiabilidade na seleção dos indivíduos na mesma proporção, como indica a acurácia obtida. Esse parâmetro já havia sido estimado para clones de híbridos de *Brachiaria* e foi de magnitude inferior ao obtido na presente experimentação (RESENDE et al., 2007).

O número de medições necessárias para atingir uma acurácia maior do que 80%, exigida nos experimentos de seleção, foi baixo, ou seja, com apenas duas medições é possível identificar com precisão os melhores indivíduos entre os avaliados. Credita-se parte desses resultados ao delineamento experimental adotado, o qual contribuiu positivamente no controle dos efeitos ambientais temporários e na sua redução.

Tabela 1 - Parâmetros fenotípicos para os caracteres produção de matéria seca total (PMST), foliar (PMSF) e de colmo (PMSC) estimados em progênies de polinização aberta de *B. ruziziensis*, avaliadas em quatro cortes durante ano agrícola 2010-2011, em Campo Grande, MS

Parâmetro	PMST	PMSF	PMSC
Repetibilidade	0,57	0,64	0,68
Acurácia	0,89	0,92	0,93
Número de medições	2	2	1

As médias fenotípicas permanentes estimadas para todos os materiais avaliados (Tabela 2) demonstram que a *B. ruziziensis* R50 foi a melhor genitora entre as quatro avaliadas, ou seja, seus descendentes foram os de maior produtividade média. Em média, as progênies das quatro *B. ruziziensis* avaliadas são significativamente menos produtivas que as duas testemunhas, entretanto, existem indivíduos superiores dentro das progênies de R50 e R30 com produtividade maior do que as teste-

munhas (Tabela 4), mostrando o potencial dos ganhos com seleção no melhoramento de *Brachiaria*.

Tabela 1 - Parâmetros fenotípicos para os caracteres produção de matéria seca total (PMST), foliar (PMSF) e de colmo (PMSC) estimados em progênies de polinização aberta de *B. ruziziensis*, avaliadas em quatro cortes durante ano agrícola 2010-2011, em Campo Grande, MS

Genótipo	PMST	PMSF	PMSC
R44	137,80 (13,23-476,36)	69,26 (4,47-262,80)	29,09 (0,97-71,41)
R46	147,84 (10,23-489,58)	77,11 (5,63-277,61)	35,02 (3,43-114,29)
R30	186,19 (16,11-496,36)	98,26 (10,90-289,83)	46,73 (2,67-145,94)
R50	205,68 (43,10-592,25)	103,15 (15,96-322,22)	46,49 (13,67-133,01)
Piatã	357,55	191,08	111,13
Marandu	542,17	294,47	170,63
DMS * *	43,31	21,62	10,11
Média Geral	264,48	139,88	74,52
CV (%)	8,75	9,06	10,31

*Entre parênteses a amplitude de variação do caráter dentro de progênie sexual, média de três cortes.

** DMS: diferença mínima significativa com base no Teste t de Student, (nível de significância $\alpha = 0,05$).

Qualidade forrageira

A digestibilidade estimada para as progênies de quatro acessos de *B. ruziziensis* tetraploides sexuais foi significativamente superior aos estimados para as cultivares Piatã e Marandu (Tabela 5) e corroboram os resultados de literatura (EUCLIDES; MEDEIROS, 2003; EUCLIDES et al., 2009; VALLE et al., 2010) que qualificam a *B. ruziziensis* como uma espécie de melhor valor nutritivo que a *B. brizantha*. Esse caráter, associado ao teor de proteínas, é considerado como de grande importância e determina a qualidade nutricional de uma forrageira. No ordenamento geral para esses caracteres, evidencia-se que os acessos

de *B. ruziziensis* avaliados não diferem estatisticamente entre si para DIVMO, mas há diferenças para teor de PB.

Há ampla variabilidade fenotípica para todos os caracteres nutricionais, a qual pode e deve ser explorada no programa de melhoramento e em outros estudos, tais como prospecção de genes. Como exemplo extremo deve ser mencionado um indivíduo da progênie de *B. ruziziensis* R46, o qual apresentou os valores máximos de digestibilidade e teor de PB, 75,92 e 16,98, respectivamente (Tabela 5), equivalentes ou superiores aos evidenciados em leguminosas forrageiras (KARIA et al., 2010; VALENTIM, 2010). Entretanto, esse indivíduo apresentou PMSF média de 42,94 g, abaixo da média geral da família a que pertence.

Os caracteres associados à má qualidade nutricional forrageira dos acessos da *B. ruziziensis*, como FDN, FDA, sílica e teor de lignina, foram, em média, inferiores aos quantificados nas testemunhas. Entretanto, a produção forrageira é significativamente menor nos materiais de *B. ruziziensis* avaliados (Tabela 3), o que reforça a necessidade de obtenção de híbridos interespecíficos que combinem essas características.

Apesar do pouco conhecimento disponível sobre o modo de herança dos caracteres associados à qualidade nutricional forrageira, há uma expectativa de que os híbridos, após vários ciclos de seleção, possam apresentar superioridade tanto para qualidade quanto para produtividade forrageira.

As correlações fenotípicas entre os caracteres associados ao valor nutritivo são apresentadas na Tabela 4 e contribuem para aumentar o conhecimento disponível sobre as interações entre essas características em forrageiras. A DIVMO correlacionou-se positivamente apenas com o teor de PB entre os caracteres analisados, inclusive com aqueles associados à produção de forragem. Esses últimos apresentaram elevada correlação entre si, e uma correlação negativa moderada com FDA, FDN e teor de celulose. A quantificação da correlação entre os caracteres contribui para a estimação da resposta correlacionada em um caráter quando se pratica a seleção em outro. Espera-se assim que

a seleção para elevar a DIVMO promova um aumento no teor de PB e a redução nos outros caracteres, em sua maioria associados aos fatores de má qualidade.

Tabela 3 - Médias por progênie de *Brachiaria ruziziensis* e das testemunhas, *B. brizantha* cultivares Marandu e Piatã, avaliadas para os caracteres teor de matéria orgânica (MO), teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIV-MO), teor de lignina S (LigS), teor de lignina P (LigP), celulose (Cel) e sílica (S)

Genótipo	MO	PB	FDN	FDA	DIVMO	LigS	LigP	Cel	S
Marandu	92,24	10,82	78,91	37,21	57,74	3,53	9,74	26,43	2,93
Piatã	93,55	7,99	80,22	39,45	53,94	3,75	10,23	27,86	2,91
R30	92,23	9,88	76,19	33,44	60,56	3,38	8,99	22,46	2,94
R44	92,32	9,94	76,03	32,84	61,54	3,40	9,36	22,22	2,71
R46	92,22	10,18	76,48	33,53	61,73	3,41	9,16	22,88	2,66
R50	92,80	9,08	76,26	33,78	60,54	3,50	9,76	23,03	2,75
DMS*	0,3824	0,6366	0,9576	1,1674	1,6848	0,1513	0,5132	0,926	0,2757
Média Geral	92,59	9,61	77,45	35,20	59,08	3,51	9,58	24,30	2,82
Mínimo	89,15	5,50	69,04	26,56	46,62	2,36	5,85	17,61	1,46
Máximo	95,45	16,98	85,01	43,79	75,92	4,48	13,35	30,93	4,98
Cve%	1,16	19,33	3,89	10,53	8,51	10,76	13,26	12,63	22,87

*DMS: diferença mínima significativa com base no Teste t-Student, (nível de significância $\alpha = 0,05$);
Cve: coeficiente de variação experimental.

Tabela 3 - Médias por progênie de *Brachiaria ruziziensis* e das testemunhas, *B. brizantha* cultivares Marandu e Piatã, avaliadas para os caracteres teor de matéria orgânica (MO), teor de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade in vitro da matéria orgânica (DIVMO), teor de lignina S (LigS), teor de lignina P (LigP), celulose (Cel) e sílica (S)

Varía- vel	MO	PB	FDN	FDA	DIVMO	LigS	LigP	Cel	Sílica	PMST	PMSF	PMSC	PM
MO	1,00	-0,42 *	0,32 ^{ns}	0,36 ^{ns}	-0,43 *	0,45 *	0,32 ^{ns}	0,37 *	-0,37 *	0,15 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,15 ^{ns}
PB		1,00	-0,31 ^{ns}	-0,46 *	0,65 **	-0,41 *	-0,54 **	-0,39 *	-0,16 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,12 ^{ns}
FDN			1,00	0,82 **	-0,63 **	0,52 **	0,58 **	0,81 **	0,16 ^{ns}	0,37 *	0,37 *	0,40 *	0,24 ^{ns}
FDA				1,00	-0,80 **	0,59 **	0,68 **	0,96 **	0,23 ^{ns}	0,41 *	0,41 *	0,44 *	0,24 ^{ns}
DIVMO					1,00	-0,64 **	-0,60 **	-0,75 **	-0,30 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,11 ^{ns}
LigS						1,00	0,55 **	0,56 **	0,09 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,13 ^{ns}
LigP							1,00	0,57 **	0,26 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Cel								1,00	0,10 ^{ns}	0,48 *	0,48 *	0,51 **	0,29 ^{ns}
Sílica									1,00	-0,03 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
PMST										1,00	0,99 **	0,97 **	0,84 **
PMSF											1,00	0,96 **	0,81 **
PMSC												1,00	0,72 **
PM													1,00

ns, *, **: não significativo, significativos a 5% e 1% de significância, respectivamente, pelo teste t-Student

Seleção de indivíduos

Quarenta e um indivíduos avaliados nessa experimentação foram selecionados com base nos seus valores fenotípicos permanentes. Desses indivíduos foram feitas mudas e formadas parcelas de 4 m x 4 m, em um experimento em blocos ao acaso, com três repetições (Figura 4). Nesse experimento será avaliada a produção de sementes e a viabilidade, os aspectos fenológicos do florescimento e da produção de sementes, aparecimento de pragas e será ainda fonte de materiais para avaliação de resistência às cigarrinhas-das-pastagens.



Figura 4. Vista geral do experimento de avaliação clonal de indivíduos selecionados nas progêies de *B. ruziziensis*. O florescimento diferenciado entre os indivíduos selecionados é mostrado no detalhe em um descendente da R30 (foto menor à esquerda) e da R46 (pleno florescimento - foto menor à direita). Campo Grande, MS, março 2012.

As próximas etapas de avaliação dos indivíduos selecionados serão:

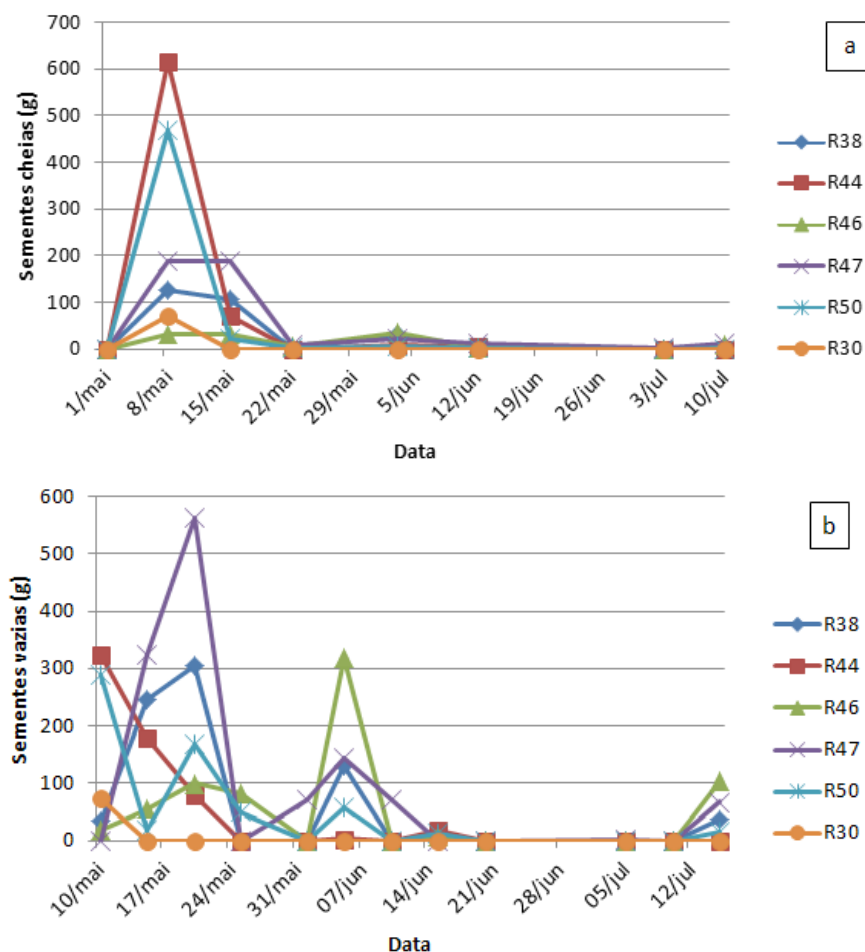
- a) Determinação do modo de reprodução tanto por marcadores moleculares quanto pela avaliação dos sacos embrionários.
- b) Os indivíduos apomíticos, os quais são cultivares em potencial, serão avaliados em 2012-2013 quanto à produção de sementes e resistência às cigarrinhas-das-pastagens, tanto no campo quanto em experimentação controlada em casa-de-vegetação.
- c) Ainda, os melhores indivíduos apomíticos deverão ser testados em uso no plantio direto e integração lavoura-pecuária, quanto à capacidade de formação de palhada, suscetibilidade a herbicidas, capacidade de consorciação com culturas agrícolas, entre outras características demandadas pelos dois sistemas.
- d) Os indivíduos de reprodução sexuada identificados retornarão ao programa de melhoramento genético da espécie.

Fenologia da produção de sementes em *Brachiaria ruziziensis*

A produção de sementes nos acessos R30, R38, R44, R46, R47 e R50 de *Brachiaria ruziziensis* ocorre no período de maio a julho, e pode ser considerada tardia quando comparado a outras cultivares/espécies do gênero, tal como *B. brizantha* cv. Piatã, que floresce em janeiro. Evidenciou-se uma concentração de produção de sementes cheias (contendo cariopse) na primeira quinzena de maio para todos os acessos avaliados (Figura 5a). Além disso, a capacidade de enchimento das sementes nesses materiais mostrou-se baixa (Figura 5b), mesmo assim, pode-se considerar que a produtividade é alta, quando comparada com outras espécies do gênero (SOUZA, 2001). Os dados climáticos de temperatura, umidade relativa e precipitação, nos meses próximos e relativos à colheita de sementes nesses materiais, são apresentados na figura 5c. Como a formação da cariopse depende da pluviosidade, é possível que esse fator tenha influenciado uma maior produção de sementes cheias na primeira quinzena de maio. Observa-se pelos dados dos gráficos, que mesmo com o florescimento continuado na segunda quinzena de maio e nos meses de junho e julho, as sementes não formaram cariopse, coincidindo com o

período de baixa pluviosidade. Recomenda-se a consideração desse fator em campos de produção de sementes comerciais dessa espécie.

As proporções de sementes cheias:vazias, em gramas, foram de 1:1 nas R30, R44 e R50; de 1:2 na R38; de 1:3 na R47 e 1:5 na R46. A maior produtividade de sementes cheias foi evidenciada na R44 e a menor, na R46. Barreiras pré e pós-zigóticas podem ter interferido na formação de sementes nesses materiais (MENDES-BONATO et al., 2007), cujas mães foram tetraploidizadas artificialmente.



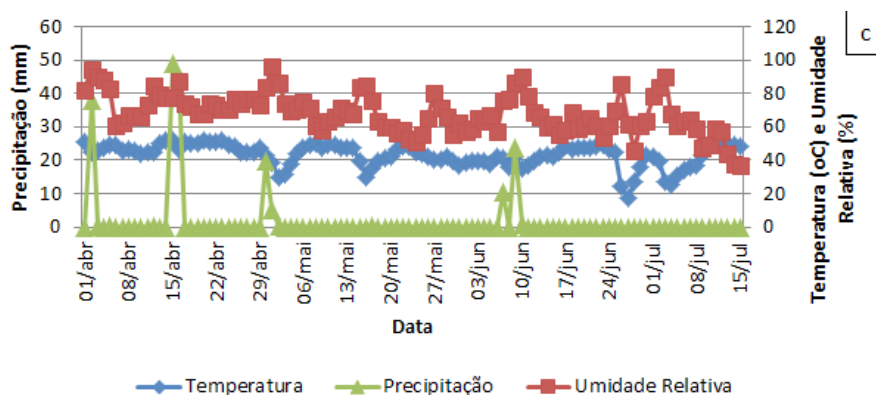


Figura 5. Produção de sementes cheias (a) e vazias(b) observada em sete acessos tetraploides sexuais de *B. ruziziensis*, em gramas, e dados climáticos de temperatura, umidade relativa e precipitação (c) nos meses de abril, maio, junho e julho de 2011, em Campo Grande, MS.

Estudos de viabilidade e de velocidade de germinação estão em andamento nas 60 progênies formadas para o primeiro ciclo de seleção intrapopulacional em *B. ruziziensis*. Dessa forma, será possível determinar se há variabilidade genética para produção de sementes viáveis nas 60 progênies desse ciclo de seleção.

Considerações finais

A ocorrência natural de apomixia em espécies do gênero *Brachiaria* é um privilégio dentre as espécies agrícolas de importância econômica, pois traz a possibilidade de fixar a heterose e as combinações fenotípicas agronomicamente desejáveis em uma gramínea forrageira cultivada. A obtenção de cultivares apomíticas de *Brachiaria* deve ser explorada extensivamente em benefício tanto do setor de produção de sementes comerciais quanto da pecuária tropical. Ganhos reais em produtividade deverão ser obtidos com o melhoramento genético da *Brachiaria* se esse for fundamentado em todo o conhecimento e nas estratégias há anos em vigor para outras espécies agrícolas. Os resultados aqui apresentados são os primeiros passos no sentido de avançar no melhoramento para obtenção de híbridos interespecíficos nesse gênero.

Para que os resultados finalísticos sejam efetivamente obtidos, métodos eficientes de screening para modo de reprodução, resistência às cigarrinhas-das-pastagens, tolerância aos estresses hídricos, seleção genômica para produção e qualidade nutricional forrageira, entre outros, precisam ser implementados e/ou desenvolvidos. Por uma questão de probabilidade, quanto mais genótipos (indivíduos) forem analisados, maior a chance de identificar as combinações superiores. Se essa identificação for precoce, mais rápido serão atingidos os objetivos e maior será o ganho com seleção em função do tempo.

Agradecimentos

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) pelas bolsas concedidas às bolsistas de iniciação científica e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pesquisa e pela bolsa de Desenvolvimento Científico Regional – DCR, juntamente com a Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (Fundect).

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, A. C. G.; NÓBREGA, J. M.; POZZOBON, M. T.; CARNEIRO, V. T. DE C. Evidence of sexuality in induced tetraploids of *Brachiaria brizantha* (Poaceae). **Euphytica**, Wageningen, v. 144, n. 1-2, p. 39- 50, 2005.
- EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. do; DIFANTE, G. dos S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 98-106, jan. 2009.
- EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. de. **Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2003. 43 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 139)
- KARIA, C. T.; ANDRADE, R. P. de; FERNANDES, C. D.; SCHUNKE, R. M. Gênero *Stylosanthes*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. Cap. 12, p. 366-401.

KELLER-GREIN, G.; MAASS, B. L.; HANSON, J. Natural variation in *Brachiaria* and existing germoplasma collections. In: MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE C. B. do (Ed.). ***Brachiaria*: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQC, 1996. p. 16-42. (CIAT Publication, n. 259).

MENDES-BONATO, A. B.; PAGLIARINI, M. S.; VALLE, C. B. do. Meiotic arrest compromises pollen fertility in an interspecific hybrid between *Brachiaria ruziziensis* x *Brachiaria decumbens* (Poaceae: Paniceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, n. 5, p. 831-837, Sept. 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/babt/v50n5/a11v50n5.pdf> > Acesso em: 22 mar. 2012.

MILES, J. W. Apomixis for cultivar development in tropical grasses. **Crop Science**, v. 47, n. S3, p. S238-S249, 2007.

MILES, J. W.; MAASS, B. L.; VALLE C. B. do, (Ed.). ***Brachiaria*: biology, agronomy, and improvement**. Cali: CIAT; Brasília, DF: EMBRAPA-CNPQC, 1996. p. 16-42. (CIAT Publication, n. 259).

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Informação Tecnológica, Brasília, DF; Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Software SELEGEN – REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 77).

RESENDE, M. D. V. de; RESENDE, R. M. S.; JANK, L.; VALLE, C. B. do. Experimentação e análise estatística no melhoramento de forrageiras. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. Cap.6, p. 195-293.

RESENDE, R. M. S.; RESENDE, M. D. V.; VALLE, C. B. do; JANK, L.; TORRES JÚNIOR, R. A. A.; CANÇADO, L. J. Selection efficiency in *Brachiaria* hybrids using a posteriori blocking. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v 7, p. 296-303, 2007.

SAVIDAN, Y. H.; VALLE, C. B. do. Amélioration génétique des graminées fourragère tropicales. In: ROBERGE, G.; TOUTAIN, B. (Ed.). **Cultures fourragères tropicales**. Montpellier: CIRAD, 1999. p. 53-68.

SOUZA, F. H. D. de. **Produção de sementes de gramíneas forrageiras tropicais**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2001. 43 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 30).

SWENNE, A.; LOUANT, B.-P.; DUJARDIN, M. Induction par la colchicine de formes autotétraploïdes chez *Brachiaria ruziziensis* Germain et Evrard (Graminée). **Agronomie Tropicale**, Paris, v.36, n. 2, p.134-141, 1981.

VALENTIM, J. F. Outras leguminosas forrageiras de importância econômica para a pecuária brasileira. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. Cap.13, p. 402-458.

VALLE, C. B. do. **Cytology, mode of reproduction and forage quality of selected species of *Brachiaria* Griseb.** 1986. 90 p. Tese (Ph.D) - University of Illinois.

VALLE, C. B. do; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010. Cap. 2, p. 30-77.

VALLE, C. B. do; PAGLIARINI, M. S. Biology, cytogenetics, and breeding of *Brachiaria*. In: SINGH, R. J. (Ed.). **Genetics resources, chromosome engineering, and crop improvement**. Boca Raton: CRC Press, 2009. p. 103-151.

VALLE, C. B. do; SIMIONI, C.; RESENDE, R. M. S.; JANK, L. Melhoramento genético de *Brachiaria*. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. Cap. 1. p. 13-53.

VALLE, C. B. do. **Coleção de germoplasma de espécies de *Brachiaria* no CIAT: estudos básicos visando ao melhoramento genético**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 1990. 33 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 46).



Gado de Corte

CGPE 10022



Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

